

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	F I	
H 0 1 L 21/60	3 1 1	H 0 1 L 21/60	3 1 1 S
21/56		21/56	E
23/29		23/30	B
23/31			

審査請求 有 請求項の数 11 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-262139

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社
東京都港区芝五丁目7番1号

(22) 出願日 平成8年(1996)10月2日

(72) 発明者 田中 敬

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株
式会社内

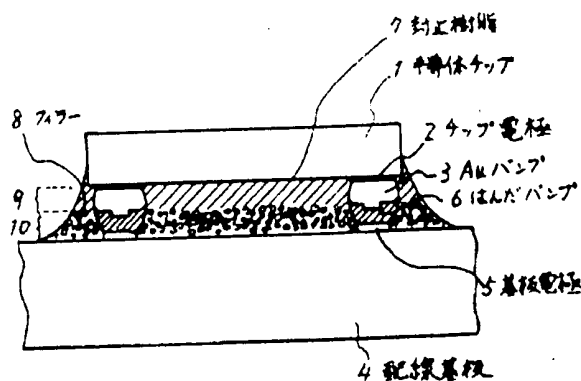
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

(54) 【発明の名称】 半導体装置の実装方法およびその実装構造

(57) 【要約】

【課題】 接続部に対する熱応力を緩和するとともに封止樹脂と半導体チップとの密着力を強化する

【解決手段】 半導体チップ1上のチップ電極2にはAuバンパ3が形成されており、一方、配線基板1上の基板電極5にははんだバンパ6が形成されている。Auバンパ3とはんだバンパ6は互いに接合されている。半導体チップ1と配線基板1との間隙には、封止樹脂7が充填されている。半導体チップ1と配線基板1との間隙に封止樹脂7が充填され硬化された状態において、半導体チップ1側には封止樹脂7のベース樹脂のみからなるベース樹脂層9を形成し、一方、配線基板1側にはベース樹脂とフィラーとの混在層10を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体装置を配線基板上にフリップチップ接続し、前記半導体装置と前記配線基板との間隙に封止樹脂を充填した半導体装置の実装構造であって、前記封止樹脂が、該封止樹脂を構成するベース樹脂のみが存在する第1の部分と、該ベース樹脂とフィラーが混在する第2の部分とを含むことを特徴とする半導体装置の実装構造

【請求項2】 前記第1の部分と前記第2の部分は、前記半導体装置と前記配線基板との間隙において、互いに重なる層をなしていることを特徴とする前記請求項1に記載の半導体装置の実装構造

【請求項3】 前記ベース樹脂により形成される層が、前記半導体チップ側に配置され、前記ベース樹脂と前記フィラーとが混在した層が前記配線基板側に配置されることを特徴とする前記請求項2に記載の半導体装置の実装構造

【請求項4】 前記ベース樹脂により形成される層と前記ベース樹脂と前記フィラーとが混在した層の厚さの比が、1:1～1:10の範囲内にあることを特徴とする前記請求項2または3に記載の半導体装置の実装構造

【請求項5】 前記第1の部分が前記半導体装置の中心近傍に配置され、前記第2の部分が前記半導体装置と前記配線基板とのフリップチップ接続部近傍に配置されることを特徴とする前記請求項1に記載の半導体装置の実装構造

【請求項6】 半導体装置と配線基板とが、前記半導体装置上に形成された第1のバンフと前記配線基板上に形成された第2のバンフとを接合し、前記半導体装置と前記配線基板との間隙に封止樹脂を充填した半導体装置の実装構造において、

前記封止樹脂は、前記半導体装置の回路面に密着した第1の層と、該第1の層を形成する材料よりも熱膨張係数が低い材料により形成され前記配線基板上に配置される第2の層とを含むことを特徴とする半導体装置の実装構造

【請求項7】 前記第1の層には、前記封止樹脂を構成するベース樹脂のみが存在し、前記第2の層には、前記ベース樹脂と熱膨張係数が該ベース樹脂よりも低いフィラーとが混在していることを特徴とする半導体装置の実装構造

【請求項8】 半導体装置を配線基板上にフリップチップ接続し、前記半導体装置と前記配線基板との間隙に封止樹脂を充填した半導体装置の実装方法であって、前記封止樹脂を、該封止樹脂を構成するベース樹脂のみが存在する第1の部分と、該ベース樹脂とフィラーが混在する第2の部分とに分離する工程を含むことを特徴とする半導体装置の実装方法

【請求項9】 前記分離する工程は、前記半導体装置および前記配線基板を加熱して前記封止

樹脂の粘度を低下させ、該封止樹脂に含まれる前記フィラーを移動させるものであることを特徴とする前記請求項8に記載の半導体装置の実装方法

【請求項10】 前記半導体装置および前記配線基板を、前記封止樹脂の粘度が $5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下になる温度に加熱することを特徴とする前記請求項9に記載の半導体装置の実装方法

【請求項11】 前記分離工程は、前記封止樹脂を充填した後、前記半導体装置および前記配線基板に回転を加え、

該回転により生じる遠心力の作用により前記封止樹脂に含まれる前記フィラーを移動させるものであることを特徴とする前記請求項8に記載の半導体装置の実装方法

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置を配線基板に実装する実装方法およびその実装構造に関し、特に、フリップチップ方式による半導体装置を基板に実装する実装方法およびその実装構造に関する。

【0001】

【従来の技術】近年、電子機器の小型化、低価格化に伴い、半導体素子を基板に高密度で実装するための構造が簡略化されてきている。このような簡略化された構造を有する半導体素子の高密度実装構造としてフリップチップ方式が提案されている。

【0002】この従来のフリップチップ方式による半導体装置の実装構造が、Matsushita Electric Industrial Co., Ltd. (P193～196)や日経マイコンデバイス1996年3月号「実装」、一般電子部品 (P146～147)に開示されている。

【0003】この従来の半導体装置の実装構造は、図10に示されるように、半導体チップ1が配線基板1上にフリップチップ実装されており、チップ電極2上のAuバンフ3と基板電極5上のAuバンフ6が互いに接続されている。さらに、半導体チップ1と配線基板1との間隙には絶縁性樹脂15が充填されており、この絶縁性樹脂中には球状シリカ(SiO₂)等のフィラーが均一に分散されて含まれている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この従来の半導体装置の実装構造において、配線基板としてガラスエポキシを基材とするプリント基板を適用する場合、半導体チップおよびプリント基板の熱膨張係数は、それぞれ約 5×10^{-6} (C)と約 1.1×10^{-6} (C)と大きく異なり、両者の接続部に応力が加わる。そこで、接続部に加わる応力を緩和するために、硬化後の絶縁性樹脂の熱膨張係数を低くする必要がある。

【0005】絶縁性樹脂の熱膨張係数を低く抑えるためには、熱膨張係数の低い材料である球状シリカ等のフィ

ラーの樹脂への混入比率を高くする必要がある

【0006】しかしながら、フィラーの混入比率を高くすると以下のことき問題点が生じる

【0007】すなわち、絶縁性樹脂のフィラー混入比率を高くすると樹脂全体の粘度が高くなる。一般的に、半導体チップと配線基板との隙間に樹脂を充填する際は毛細管現象を利用してゐるため、樹脂の粘度が高くなると樹脂を充填するために費やされる時間が長くなり、生産性が悪化する。さらには、パッドピッチが120 μ m以下の微細ピッチの構造では、樹脂の粘度が高い場合、樹脂の充填が不可能となることもある

【0008】さらに、絶縁性樹脂のフィラー混入比率を高くすると、フィラーが半導体チップとの回路面に数多く存在することになり、絶縁性樹脂のベース樹脂が半導体チップの回路面に接する面積が小さくなる。したがって、半導体チップへの密着力が、本来のベース樹脂の密着力よりも弱くなってしまい、接線部不良やチップハットのアルミ腐食が発生し易くなるという問題点もある

【0009】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するために、本発明の半導体装置の実装構造は、半導体装置を配線基板上にフリップチップ接続し、前記半導体装置と前記配線基板との隙間に封止樹脂を充填した半導体装置の実装構造であって、前記封止樹脂が、該封止樹脂を構成するベース樹脂のみが存在する第1の部分と、該ベース樹脂とフィラーが混在する第2の部分とを含むものである

【0010】また、本発明の半導体装置の実装方法は、半導体装置を配線基板上にフリップチップ接続し、前記半導体装置と前記配線基板との隙間に封止樹脂を充填した半導体装置の実装方法であって、前記封止樹脂を、該封止樹脂を構成するベース樹脂のみが存在する第1の部分と、該ベース樹脂とフィラーが混在する第2の部分とに分離する工程を含むものである

【0011】

【発明の実施の形態】次に、本発明の半導体装置の実装構造の第1の実施形態について図面を参照して詳細に説明する

【0012】本実施形態の半導体装置の実装構造は、半導体チップと配線基板との隙間に封止樹脂が充填された実装構造において、封止樹脂が、半導体チップと配線基板との隙間に封止樹脂のベース樹脂とフィラーが混在する部分と、フィラーが存在せずベース樹脂のみが存在する部分とを含むものであり、特に、これらの部分が互いに重なる層を形成するものである

【0013】図1は、本実施形態の半導体装置の実装構造を示す断面図であり、図2は、パッド配列部分を拡大した断面図である

【0014】図1を参照すると、半導体チップ1上のチ

ップ電極2には金(Au)パンプ3が形成されており、

一方、ガラスエポキシを基材とする配線基板4上の基板電極5にははんだパンプ6が形成されている。Auパンプ3とはんだパンプ6は互いに接合されている

【0015】半導体チップ1と配線基板4との隙間には、封止樹脂7が充填されている。封止樹脂7には、球形シリカのフィラー8が混入されている。半導体チップ1と配線基板4との隙間に封止樹脂7が充填され硬化された状態において、半導体チップ1側には封止樹脂7のベース樹脂からなるベース樹脂層9が形成され、一方、配線基板4側にはベース樹脂とフィラーとの混在層10が形成されている。このように、充填され硬化された封止樹脂7は、ベース樹脂層9と混在層10の2層に分離されている

【0016】なお、ベース樹脂層9と混在層10との厚さの比率は、封止樹脂7へのフィラー8の混入比率により調整可能であるが、1:1~1:10の範囲が好ましい。例えば、フィラー8の混入比率が46~47vol%の場合、各層の厚さ比率は1:2~1:3となる

【0017】本実施形態の実装構造においては、ベース樹脂層9を形成することによって、封止樹脂7へのフィラー8の混入比率を低くすることができる。したがって、封止樹脂7全体の粘度を適度に下げることができるために、封止樹脂7を充填する時間を短縮し、生産性の向上を図ることができる。電極ピッチ120 μ mの場合、Auパンプ3の径は80~95 μ mであり、その間隔は25~40 μ mである。さらに、電極ピッチ60 μ mの場合、Auパンプ3の径は45~55 μ mでその間隔が5~15 μ mである。このような微細ピッチの場合であっても、封止樹脂7の粘度が適度に下げられているため、短時間で良好な封止樹脂の充填が可能である

【0018】さらに、半導体チップ1の回路面には、封止樹脂7のベース樹脂層9が密着しており、その密着面にフィラーが存在しないためベース樹脂本来の密着強度を得ることができる。したがって、封止樹脂7と半導体チップ1の回路面との密着力の劣化により発生するチップ電極2のアルミ腐食を抑えることができる

【0019】ここで、本実施形態の半導体装置の実装構造と従来の実装構造とのそれぞれに対するPCT(フレッシャー・クッカー・テスト)の結果を図3に示す。従来の実装構造では、PCT経過時間が200Hを越えると不良が多発しているが、本実施形態の実装構造では、300Hまで不良は発生しておらず、信頼性が向上していることがわかる。なお、PCTにおける不良モードは全てオープン不良でチップ電極2のアルミパッド腐食である

【0020】また、本実施形態の実装構造では、配線基板4にはベース樹脂とフィラー8の混在層10が密着しているが、この混在層10はフィラー8が集まっているために熱膨張係数が低くなっている。例えば、フィラー

Sの混入比率が16～17%の場合、封止樹脂7を通常硬化させると熱膨張係数は $25 \sim 26 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるが、混在層10の熱膨張係数は $20 \sim 22 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ （または低くなり、はんだハンフ6の主成分として主用いられるSnの熱膨張係数である $22 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ）に近づく。

【0021】したがって、配線基板1の大きな熱膨張、熱収縮によって発生するチップ電極2と基板電極5との接続部のはんだハンフ6に加わる応力は緩和され、熱サイクルによる接続部の破壊も防止される。

【0022】次に、本発明の半導体装置の実装構造の第2の実施形態について図4および図5を参照して説明する。

【0023】図1は、本実施形態の実装構造におけるチップ中央部分近傍の構成を示す断面図であり、図5は本実施形態の実装構造を示す平面図である。

【0024】図1及び図5を参照すると、半導体チップ1上のチップ電極2にはAuパンプ3が形成されており、一方、ガラスエポキシを基材とする配線基板1上の基板電極5にははんだハンフ6が形成されている。Auパンプ3とはんだハンフ6は互いに接合されている。

【0025】半導体チップ1と配線基板1との間隙には、封止樹脂7が充填されている。封止樹脂7には、球形シリカのフィラー8が混入されている。半導体チップ1と配線基板4との間隙に封止樹脂7が充填され硬化された状態において、半導体チップ1の中心近傍にはベース樹脂のみが存在するベース樹脂部11が形成され、一方、ベース樹脂とフィラー8が混在した混在部12がAuパンプ3とはんだハンフ6の接続部近傍に形成されている。

【0026】本実施形態の実装構造では、Auパンプ3とはんだハンフ6との接続部周辺は混在部12により保持されているが、混在部12はフィラー8が凝集しているため熱膨張係数が低くなっている。したがって、Auパンプ3とはんだハンフ6とに加わる熱応力が緩和され、熱サイクルによる接続部の破壊が防止される。

【0027】また、Auパンプ3とはんだハンフ6との接続部が存在しない領域（本実施形態では、半導体チップ1の中心近傍）では、フィラー8が混入されていないベース樹脂部11が半導体チップ1の回路面と密着しているため、十分な密着力を維持することができる。

【0028】また、封止樹脂7へのフィラー8の混入比率を低くすることができるため、前述の第1の実施形態で説明したのと同様の効果も得られる。

【0029】以上説明した第1および第2の実施形態では、Auパンプ3とはんだハンフ6によるフリップチップ接続について説明したが、本発明はフリップチップ接続を行った後に封止樹脂を充填硬化する手順を行う全ての形態のフリップチップ接続に適用することができる。

【0030】例えば、Auパンプと導電性樹脂により接

続した実装構造や、Sn—Pbはんだ、Sn系はんだ、In系はんだ、Pb系はんだにより接続した実装構造、Auパンプと基板配線上のAuメッキとを接続した実装構造にも適用することができる。

【0031】同様に、配線基板4はガラスエポキシを基材とするプリント基板に限られるものではなく、アルミナ基板、ガラスセラミック基板、フレキシブル基板、ガラス基板等も使用可能である。また、封止樹脂のベース樹脂にはエポキシ樹脂を使用し、球形シリカフィラーは平均粒径 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 、最大粒径が電極ピッチ $120 \mu\text{m}$ の場合で $20 \mu\text{m}$ 以下、電極ピッチ $80 \mu\text{m}$ の場合で $5 \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。

【0032】次に、本発明の半導体装置の実装方法の一実施形態について図1および図6を説明する。

【0033】本実施形態の実装方法は、前述の第1の実施形態で説明した半導体装置の実装構造を形成するための実装方法である。

【0034】まず、半導体チップ1を配線基板4上にフリップチップ形態にてマウント（接続）する（S101）。この接続方法は、本発明を実施するうえで特に弊害がない範囲内で、前述の全てのフリップチップ接続における公知技術が適用可能である。

【0035】半導体チップ1を配線基板1上にマウントした後、半導体チップ1と配線基板4との間隙に封止樹脂7を充填する（S102）。すなわち、半導体チップ1の近傍に封止樹脂を滴下し、毛細管現象により封止樹脂7が充填される。

【0036】充填された封止樹脂7を、ベース樹脂層9と、ベース樹脂とフィラー8の混在層10に分離する（S103）。

【0037】具体的には、半導体チップ1、配線基板1、封止樹脂7全体を配線基板1か下側になるように保持し、 70°C で30分間加熱する。加熱することによって、封止樹脂7の粘度は、図7に示されるように、 70°C では $2 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ まで低くなるため、封止樹脂7中のフィラー8は重力により配線基板1側に移動し、封止樹脂7は、ベース樹脂層9と、ベース樹脂とフィラー8の混在層10とに分離される。なお、 70°C で加熱する場合は約30分間でフィラー8の移動は完了する。

【0038】加熱温度と加熱時間を調整することによって、ベース樹脂層9と、混在層10の厚さの比率を変化させることができる。例えば、加熱温度を高くし、加熱時間を長くすることによって、ベース樹脂層9が増し、混在層10の厚さが薄くなる。加熱温度は、封止樹脂7の粘度が $5 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ 以下になる 10°C 以上、封止樹脂7の硬化温度の 100°C よりも低く 80°C 以下が好ましい。

【0039】このように、充填された封止樹脂7の分離工程が終了した後、封止樹脂7を加熱硬化する（S104）。封止樹脂7を硬化させるための加熱温度および加

め時間短縮は、樹脂の種類や実装構造等に応じて最適な値に設定される。

【0010】次に、本発明の半導体装置の実装方法の他の実施形態について図8を参照して説明する。

【0041】本実施形態の実装方法は、前述の第1の実施形態で説明した半導体装置の実装構造を形成するための実装方法であり、図6に示された実装方法の手順のうちS103のベース樹脂層と混在層との分離工程以外は、前述の実施形態による実装方法と同様である。そこで、重複部分の説明は省略し、特に、分離工程について説明する。

【0042】図8は、本実施形態の半導体装置の実装方法を説明するための原理図であり、半導体チップ1を配線基板11にマウントした後、封止樹脂7が半導体チップ1と配線基板4との隙間に充填された状態で、半導体チップ1の裏面方向にある回転軸13を中心として矢印A方向に回転を加える。この回転による遠心力により、封止樹脂7中のフィラー8は配線基板4側に集まり、半導体チップ1側にベース樹脂層9、配線基板1側に混在層10が形成されるように、封止樹脂7が分離される。ここで、半導体チップ1および配線基板4全体を40～80℃に加熱することにより、封止樹脂7の粘度が下がり、より効果的にフィラー8を配線基板1側に移動させることができる。

【0043】なお、この分離工程の後に行われる封止樹脂7を加熱硬化させる工程は、実装構造体の回転を停止させた後に行っても、回転させながら行ってもかまわない。

【0011】次に、本発明の半導体装置の実装方法のさらに他の実施形態について図9を参照して説明する。

【0045】本実施形態の実装方法は、図4および図5を参照して説明された第3の実施形態による半導体装置の実装構造を形成するための方法であり、図6に示された実装方法の手順のうちS103のベース樹脂層と混在層との分離工程以外は、他の実施形態による実装方法と同様である。そこで、重複部分の説明は省略し、特に、分離工程について説明する。

【0016】図9は、本実施形態の半導体装置の実装方法を説明するための原理図であり、半導体チップ1を配線基板4上にマウントした後、封止樹脂7が半導体チップ1と配線基板4との隙間に充填された状態で、半導体チップ1の中心を通り半導体チップ1と直交する回転軸14を中心として矢印B方向に回転を加える。この回転による遠心力により、封止樹脂7中のフィラー8は半導体チップ1の周辺にあるAuパンプ3とはんだパンプ6の接続部近傍に集まる。したがって、封止樹脂7は、半導体チップ1の中心近傍に形成されるベース樹脂部11と、Auパンプ3とはんだパンプ6の接続部近傍に形成される混在部12とに分離される。ここで、半導体チップ1および配線基板4全体を40～80℃に加熱するこ

とにより、封止樹脂7の粘度が下がり、より効果的にフィラー8を移動させることができる。

【0017】

【発明の効果】以上説明したとおり、本発明の半導体装置の実装構造によれば、封止樹脂の充填前の球状フィラーの混入比率を低くでき、封止樹脂全体の粘度を下げるができるため、封止樹脂を充填する時間を短縮することができるとともに、微細ピッチ構造であっても良好な封止樹脂の充填が可能である。

【0018】また、半導体チップの回路面と封止樹脂との密着力を強くすることができるため、密着力の劣化により発生するチップパッドのアルミ腐食を抑えることができる。

【0019】さらに、配線基板にはベース樹脂とフィラー混在層が密着しており、この混在層はフィラーが集まっているために熱膨張係数が低くなっている。したがって、配線基板の大きな熱膨張、熱収縮によるチップ電極と基板電極との接続部のはんだパンプに加わる応力を緩和し、熱サイクルによる接続部の破壊を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の半導体装置の実装構造を示す断面図である。

【図2】図1におけるパッド配列部分を拡大した断面図である。

【図3】図1に示された実装構造と従来の実装構造とのFCTによる比較の結果を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施形態の半導体装置の実装構造におけるチップ中央部分近傍の構成を示す断面図である。

【図5】本発明の第2の実施形態の半導体装置の実装構造を示す平面図である。

【図6】本発明の半導体装置の実装方法の一実施形態の手順を示すフローチャートである。

【図7】封止樹脂の温度と粘度との関係を示す図である。

【図8】本発明の半導体装置の実装方法の他の実施形態を説明するための原理図である。

【図9】本発明の半導体装置の実装方法のさらに他の実施形態を説明するための原理図である。

【図10】従来の半導体装置の実装構造を示す断面図である。

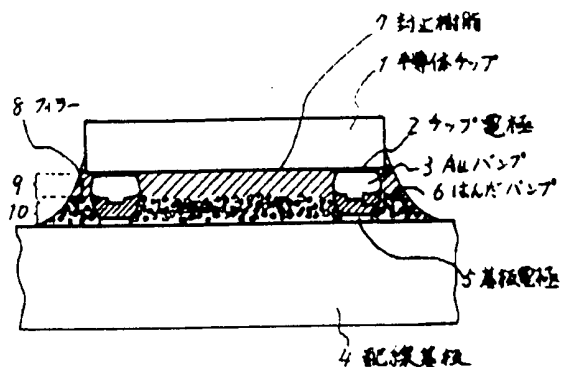
【符号の説明】

- | | |
|---|--------|
| 1 | 半導体チップ |
| 2 | チップ電極 |
| 3 | Auパンプ |
| 4 | 配線基板 |
| 5 | 基板電極 |
| 6 | はんだパンプ |
| 7 | 封止樹脂 |

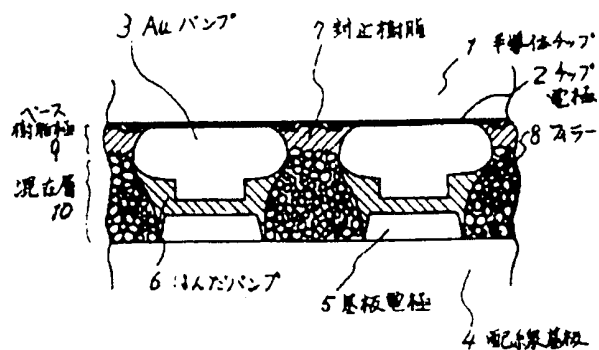
8 フィラー
9 ベース樹脂層
10 混在層

11 ベース樹脂部
12 混在部
13 11 回転軸

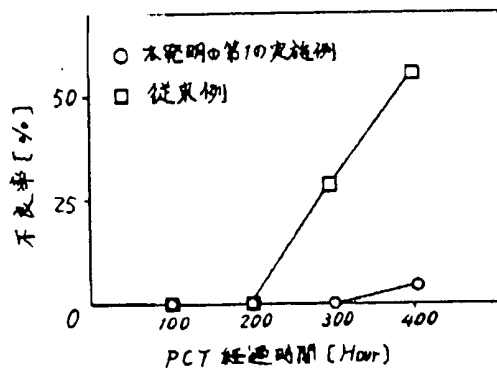
【図1】



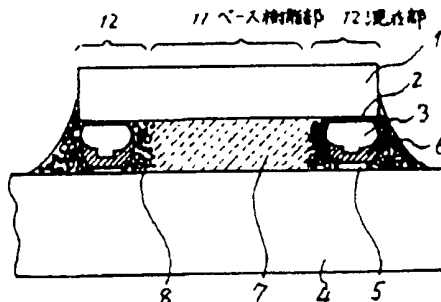
【図2】



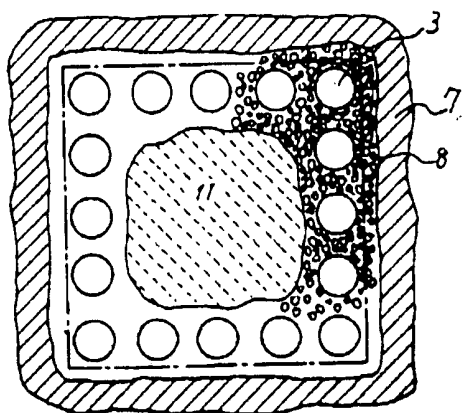
【図3】



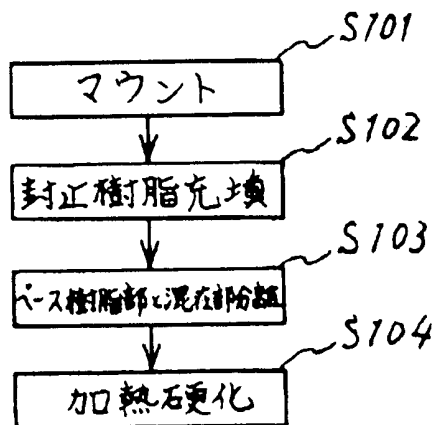
【図4】



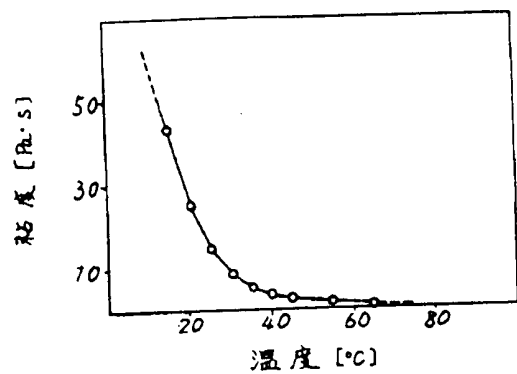
【図5】



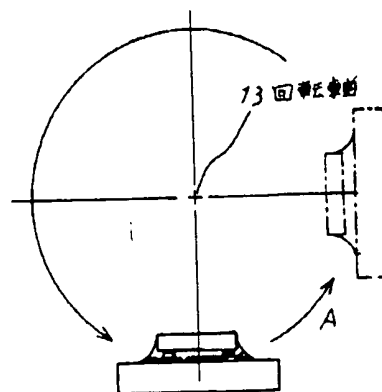
【図6】



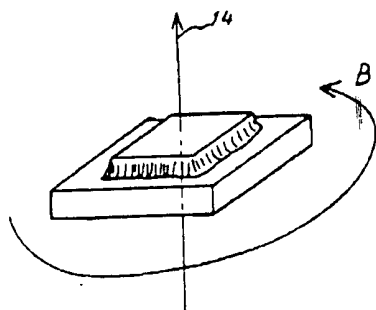
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

